

PATENT  
2080-3-226  
Customer No: 035884

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Jung Sig Jun, Tok Kim  
Serial No: 10/773,041  
Filed: February 4, 2004  
For: DIGITAL TV RECEIVER

Art Unit: 2614

Examiner:

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to:

Assistant Commissioner for Patents  
Washington D.C. 20231, on

April 8, 2005

Date of Deposit

Robert E. Kasody

Name



Signature

04/08/2005

Date

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Korean Patent Application No. 10-2003-6734 filed on February 4, 2003 and from which priority is claimed under 35 U.S.C. Section 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: April 8, 2005

Customer No. 035884

By: 

Robert E. Kasody  
Registration No. 50,268  
Attorney for Applicant(s)

801 S. Figueroa Street, 14th Floor  
Los Angeles, California 90017  
Telephone: (213) 623-2221  
Facsimile: (213) 623-2211

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0006734

Application Number

출원년월일 : 2003년 02월 04일  
Date of Application FEB 04, 2003

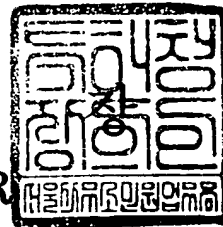
출원인 : 엘지전자 주식회사  
Applicant(s) LG Electronics Inc.

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004 년 03 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.02.04
【국제특허분류】	H04N
【발명의 명칭】	심볼 클럭 복구 장치
【발명의 영문명칭】	Timing recovery apparatus
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	김용인
【대리인코드】	9-1998-000022-1
【포괄위임등록번호】	2002-027000-4
【대리인】	
【성명】	심창섭
【대리인코드】	9-1998-000279-9
【포괄위임등록번호】	2002-027001-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	전정식
【성명의 영문표기】	JUN, Jung Sig
【주민등록번호】	670130-1102111
【우편번호】	463-500
【주소】	경기도 성남시 분당구 구미동 88 까치마을 203-306호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김덕
【성명의 영문표기】	KIM, Tok
【주민등록번호】	710521-1074319

【우편번호】 136-060

【주소】 서울특별시 성북구 돈암동 한신아파트 115-1002호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
김용인 (인) 대리인  
심창섭 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	9 면	9,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	4 항	237,000 원
【합계】		275,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 디지털 TV의 심볼 클럭 복구 장치에 관한 것으로서, 특히 VSB 실수 신호와 허수 신호를 OQAM 실수 신호와 허수 신호로 변환한 후 각각 고역 통과 필터링하고 제곱함으로써, 심볼 클럭 복구시 신호의 에지 특성을 그대로 이용할 수 있으며, 또한 심볼 클럭 복구에 사용되는 밴드 에지 성분을 제외한 데이터 성분을 제거하므로 데이터에 의해 생기는 셀프 노이즈를 줄일 수 있고, 지터 특성을 좋게 할 수 있다. 그리고, 제곱기를 이용하여 타이밍 정보를 가져오는  $f_s/2$  주파수 부분의 신호만의 파워를 크게 함으로써, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(고스트)이 존재하여 OQAM 신호의 밴드 에지 성분이 훼손되는 경우에도 정상적인 심볼 클럭 복구를 수행할 수 있다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

심볼 클럭, OQAM, VSB

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

심볼 클럭 복구 장치{Timing recovery apparatus}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도 3은 도 2에서 OQAM 신호를 만들기 위한 신호 변조를 보인 스펙트럼도

도 4는 도 2의 고역 통과 필터의 주파수 특성을 보인 스펙트럼도

도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

101 : 안테나    102 : 튜너

103 : SAW 필터    104 : 다운 컨버터

105 : A/D 변환부    106 : 지연기

107 : 힐버트 변환기    108 : 복소 곱셈기

109 : 반송파 복구부    110 : 재샘플부

400 : 클럭 복조부    401 : OQAM 변환부

402,412 : NCO    403,404 : 고역 통과 필터

405,406,408 : 제곱기    407 : 덧셈기

409 : 전치 필터    410 : 타이밍 에러 검출부

411 : 루프 필터

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<17>        본 발명은 디지털 TV 수신기에 관한 것으로서, 특히 수신된 데이터로부터 심볼 클럭을 복원하는 심볼 클럭 복구 장치에 관한 것이다.

<18>        현재 대부분의 디지털 전송 시스템 및 미국향 디지털 TV 전송 방식으로 제안된 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 8 VSB(Vestigial Side Band) 전송 시스템에서는 주파수 효율을 높이기 위하여 전송 신호에 파일럿 신호, 데이터 세그먼트 동기 신호, 그리고 펄드 동기 신호를 포함한 데이터만을 실어 보낸다. 즉, 수신측에서 데이터 복원을 위하여 필요한 클럭에 대한 정보는 전송하지 않는다. 따라서, 수신측에서는 데이터만이 존재하는 수신 신호들 중에서 이들 데이터를 복원하기 위하여 송신시에 사용된 것과 같은 클럭을 생성하여야 한다. 이 역할을 수행하는 부분이 심볼 클럭 복구부이다.

<19>        그리고, 반송파 복구부는 상기 전송 신호에 포함된 파일럿 신호를 검출하여 반송파 복구를 수행한다. 만일 반송파 복구부가 FPLL(Frequency Phase Locked Loop)로 구성되었다면, 상기 FPLL은 수신 신호의 반송파 성분과 수신기 자체의 기준 반송파 성분의 주파수 차이를 제거하는 FLL(Frequency Locked Loop) 과정과 주파수 차이가 제거된 상기 두 개의 반송파 신호 사이의 위상 오차를 제거하는 PLL(Phase Locked Loop) 과정을 동시에 수행한다.

<20> 이때, 상기 반송파 복구부와 심볼 클럭 복구부가 순차적으로 연결된 구조라면, 반송파 복구부의 성능이 심볼 클럭 복구부의 성능에 큰 영향을 끼치므로, 상기 심볼 클럭 복구부는 반송파 복구부에서 완전히 제거되지 않고 흘러 들어오는 잔류 주파수 및 위상 오차에 대해 영향을 받으며, 이는 심볼 클럭 복구부 전체의 성능에 악영향을 끼친다. 즉, 상기 반송파 복구부에서 반송파 복구가 완전하게 이루어지지 않으면, 송신부에서 사용한 반송파 신호와 수신부에서 생성하는 기준 반송파 신호 사이의 주파수 및 위상 오차가 심볼 클럭 복구부로 출력되고, 상기 심볼 클럭 복구부는 이러한 신호로부터 심볼 클럭 복구를 하게 되므로, 정상적인 심볼 클럭의 복구가 어렵게 된다.

<21> 이는 심볼 클럭 복구부는 통상 반송파 복구부의 후단에 위치하게 되는데, 이미 반송파 복구부의 역할이 완전히 완료된 것을 가정하고 상기 심볼 클럭 복구부를 설계하기 때문이다. 그러므로, 반송파 복구가 완전하게 이루어지지 않으면 심볼 클럭의 복구 또한 불가능하게 되는 것이다.

<22> 따라서, 본 발명의 출원인은 이를 해결하기 위하여 상기 반송파 복구부의 잔류 반송파 위상 에러에 상관없이 심볼 클럭을 복구하도록 하는 심볼 클럭 복구 장치를 국내에 특허 출원(출원번호 : P02-041001, 출원일 : 2002.07.13)한 바 있다.

<23> 도 1은 상기된 특허에 개시된 심볼 클럭 복구부를 포함하는 디지털 TV 수신기의 구성 블록도로서, 심볼 클럭 복구부(200)는 두 제공기(201,202)와 덧셈기(203)를 이용하여 불완전한 반송파 복구로 인한 주파수와 위상 오차를 제거하고 있다.

<24> 즉, VSB 방식으로 변조된 RF(Radio Frequency) 신호가 안테나(101)를 통해 수신되면 튜너(102)는 사용자가 원하는 특정 채널 주파수만을 선택한 후 상기 채널 주파수에 실려진 RF 대역의 VSB 신호를 고정된 1차 중간 주파수 대역으로 내리고 타채널 신호를 적절히 걸러낸다.



- <25> 그리고, 임의의 채널의 스펙트럼을 고정된 1차 IF 대역으로 내리는 튜너(102)의 출력 신호는 인접 채널 신호의 제거, 튜너(102)에서 발생된 고주파 성분 및 잡음 신호제거의 기능으로 채용된 소오(Surface Acoustic Wave ; SAW) 필터(103)를 통과하게 된다.
- <26> 이때, 디지털 방송 신호는 일 예로, 44MHz의 중간 주파수로부터 6MHz의 대역 내에 모든 정보가 존재하므로 SAW 필터(103)에서는 튜너(102)의 출력으로부터 정보가 존재하는 6MHz의 대역만 남기고 나머지 구간을 모두 제거한 후 다운 컨버터(104)로 출력한다. 상기 다운 컨버터(104)는 상기 SAW 필터(103)에서 필터링된 신호를 제 2 IF 신호를 발생하기 위한 발진 주파수로 다운 컨버전하여 제 2 IF 신호로 변환한 후 아날로그/디지털(A/D) 변환부(105)로 출력한다.
- <27> 상기 A/D 변환부(105)는 상기 다운 컨버터(104)의 아날로그 출력을 고정 주파수 즉, 25MHz의 일정한 클럭으로 샘플링시켜 지연기(106) 및 힐버트 변환기(107)로 출력한다. 즉, 송신측에서는 심볼 주파수의 2배인 21.52MHz로 샘플링된 데이터가 전송되지만, 상기 A/D 변환부(105)에서 출력되는 데이터는 25MHz로 샘플링된 디지털 데이터이다.
- <28> 이때, 상기 힐버트 변환기(107)는 입력되는 실수(real) 성분의 신호를 90도 반전시켜 허수 성분의 신호로 변환한 후 복소 곱셈기(108)로 출력하고, 상기 지연기(106)는 상기 힐버트 변환기(107)에서의 처리 시간만큼 입력되는 실수 성분의 신호를 지연시킨 후 복소 곱셈기(108)로 출력한다.
- <29> 설명의 편의상 지연기(106)를 거친 신호를 I 채널 신호, 힐버트 변환기(107)를 거친 신호를 Q 채널 신호라 칭한다.

- <30>      상기 복소 곱셈기(108)는 반송파 복구부(109)에서 반송파 복구가 이루어진 반송파를 피드백 받아서 상기 지연기(106) 및 힐버트 변환기(107)에서 출력되는 통과대역의 I,Q 신호를 복조하여 상기 통과대역의 I,Q 신호를 기저대역으로 낮춘 후 심볼 복구된 신호로의 변환을 위해 재샘플링부(Resampler)(110)로 출력한다.
- <31>      이때, 상기 반송파 복구부(109)는 FPLL(Frequency Phase Locked Loop)(109a), 루프 필터(109b), 및 NC01(109c)를 포함하는데 상기 복소 곱셈기(108)가 상기 반송파 복구부에 포함되기도 한다.
- <32>      한편, 상기 재샘플링부(110)는 기본적으로 샘플링 레이트를 바꿔주는 역할을 한다. 즉, 21.52MHz로 샘플링되어 수신된 데이터를 상기 A/D 변환부(105)에서 25MHz로 샘플링하여 출력하므로, 상기 재샘플링부(110)에서는 다시 21.52MHz로 샘플링하여 출력하게 된다.
- <33>      이를 위해 상기 재샘플링부(110)는 A/D 변환부(105)와 복소 곱셈기(108)를 거쳐 출력되는 기저대역의 디지털 신호를 심볼 클럭 복조부(200)에서 출력되는 2배의 심볼 주파수(즉, 21.52MHz)로 보간하여 출력한다.
- <34>      상기 재샘플링부(110)의 출력은 실제 데이터 복구를 위해 SRC(Square Root Raised Cosine) 필터(112)를 거쳐 등화부(113)로 출력된다.
- <35>      상기 심볼 클럭 복조부(200)의 두 제공기(201,202)에서 상기 재샘플링부(110)에서 보간되어 출력되는 기저대역 I,Q 신호를 각각 제공하고, 덧셈기(203)에서 두 제공 신호를 더하면 불완전한 반송파 복구로 인한 주파수와 위상 오차가 제거된다.
- <36>      즉, 반송파 복구부(109)에서 반송파를 완전히 복구하지 못한 경우에도, 잔류 위상 에러는 제1, 제 2 제공기(201,202)와 덧셈기(203)를 통해 제거되므로, 전치 필터(204)로 출력되는

신호에는 잔류 위상 에러가 포함되어 있지 않다. 이것은 상기 심볼 클럭 복구부(200)가 반송파 복구부(109)에서 출력되는 잔류 위상 에러에 무관하게 동작할 수 있음을 의미하며, 또한 이것은 보다 안정적인 클럭 복구를 수행할 수 있음을 의미한다.

- <37>       상기 전치 필터(204)는 상기 덧셈기(203)의 출력 중 특정 주파수 대역만을 통과시켜 타이밍 에러 검출부(205)로 출력한다.
- <38>       상기 타이밍 에러 검출부(205)는 일반적인 가드너 방식 또는 수정된 가드너 방식의 타이밍 에러 검출부로서, 상기 프리 필터(204)의 출력으로부터 심볼 클럭의 타이밍 에러 즉, 위상 오차를 검출한다. 상기 타이밍 에러 정보는 저역 통과 필터(206)를 거쳐 NC02(207)로 입력되고, 상기 NC02(207)는 저역 통과 필터링된 타이밍 에러 정보로부터 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수( $2f_s$ ,  $f_s$ 는 심볼 클럭의 주파수)를 생성하여 재샘플링부(110)로 출력한다.
- <39>       이때, 상기 타이밍 에러 검출부(205)의 가드너(gardner) 방식은 데이터의 제로 크로싱(zero-crossing) 특성을 이용하는데, 이를 스펙트럼 상에서 보면 연속된 두개의 심볼의 스펙트럼이 중첩되는 지점에 이러한 정보를 가지게된다.
- <40>       즉, 두 연속된 심볼의 스펙트럼이 오버랩되는 부분은 주파수가  $f_s/2$ 인 부근이 되며, 가드너 방식에서 수신된 데이터의 제로 크로싱 특성을 이용하여 타이밍 에러를 얻기 위해 필요한 정보는 이곳에만 위치한다. 따라서, 도 1의 심볼 클럭 복구부(200)에서는 이 부분에서 보다 정확한 타이밍 에러를 검출하기 위해 즉, 필요한 신호의 제로 크로싱 정보를 얻어내기 위해 밴드 패스 필터인 전치 필터(204)를 사용한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<41> 그러나, 이러한 디지털 TV 시스템은 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(고스트)이 존재하는 경우 심볼 클럭 복구를 위하여 사용하는 주파수 대역의 신호 즉, 타이밍 정보를 가져오는  $f_s/2$  주파수 부분이 아주 작아지거나 크게 일그러져서 타이밍 에러를 구하기 위한 정보를 상실하고, 주변 주파수에 존재하는 데이터의 영향을 받아 정상적인 동작을 하지 못하는 경우가 있다. 즉, 사용하는 주파수 대역에 거의 정보가 없는 경우에는 상대적으로 주변 주파수 대역의 정보, 즉 데이터의 영향이 커져서 심볼 클럭 복구를 방해하여 성능을 저하시킨다.

<42> 다시 말해, 타이밍 에러를 구하기 위한 정보를 일정 주파수 대역에만 의존함으로써, 그 대역이 고스트에 의해 손실됐을 경우 심하게는 심볼 클럭을 복원하지 못하는 경우까지 발생할 수 있다.

<43> 본 발명의 목적은 상기된 특허 출원을 좀 더 보완한 것으로서, 심볼 클럭 복구부에서 사용하는 정보 주변의 주파수 신호는 감쇄시키고, 타이밍 정보를 가져오는  $f_s/2$  주파수 부분은 크게 함으로써, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음이 존재하는 경우에도 심볼 클럭 복구를 정확하게 수행하는 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치를 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<44> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치는, VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부와, 상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제

거하는 고역 통과 필터와, 상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제 1 공급 연산부와, 상기 제 1 공급 연산부의 출력을 다시 제공하는 제 2 공급기와, 상기 제 2 공급기의 출력으로부터 심볼 클럭 주파수의 1/2이 되는 주파수 부근을 필터링하는 전치 필터와, 상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부와, 상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<45> 본 발명의 제 2 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치는, VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부와, 상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터와, 상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공한 후 두 제공된 신호의 차를 구하여 제공하는 제 1 공급 연산부와, 상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 서로 곱한 후 기 설정된 상수를 곱하고 그 결과를 제공하는 제 2 공급 연산부와, 상기 제 1, 제 2 공급 연산부의 출력을 더하는 덧셈기와, 상기 덧셈기의 출력으로부터 심볼 클럭 주파수의 1/2이 되는 주파수 부근을 필터링하는 전치 필터와, 상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부와, 상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 한다.

- <46>      상기 OQAM 변환부는 상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO의 발진 주파수를 복소곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 한다.
- <47>      본 발명의 다른 목적, 특징 및 잇점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- <48>      이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 상기한 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.
- <49>      도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디지털 TV 수신기의 구성 블록도로서, 심볼 클럭 복구부의 구성과 작용에 대해서만 상세히 기술한다.
- <50>      상기 심볼 클럭 복구부(400)는 재샘플부(110)로부터 출력되는 VSB 전송 방식의 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO2(402)의 발진 주파수를 복소곱하여 OQAM(Offset QAM) 전송 방식의 실수 신호와 허수 신호로 변환하는 OQAM 변환부(401), 상기 OQAM 실수 신호를 고역 통과 필터링하는 제 1 고역 통과 필터(403), 상기 제 1 고역 통과 필터(403)에서 필터링된 OQAM 실수 신호를 제공하는 제 1 제공기(405), 상기 OQAM 허수 신호를 고역 통과 필터링하는 제 2 고역 통과 필터(404), 상기 제 2 고역 통과 필터(404)에서 필터링된 OQAM 허수 신호를 제공하는 제 2 제공기(406), 상기 제 1, 제 2 제공기(405,406)의 출력을 더하는 덧셈기(407), 상기 덧셈기(407)의 출력을 제공하는 제 공급기(408), 상기 제 공급기(408)의 출력 스펙트럼의 에지 부분만을 통과시키는 전치 필터(409),



상기 전치 필터(409)를 통과한 신호로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 타이밍 에러 검출기(410), 상기 타이밍 에러 검출기(410)에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하는 루프 필터(411), 및 상기 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 보정된 2배의 심볼 클럭 주파수를 생성하여 상기 재샘플부(110)의 샘플링 타이밍을 조절하는 NCO(412)로 구성된다.

<51> 여기서, 상기 제 1, 제 2 제공기(405,406), 덧셈기(407)를 제공 연산부라 한다.

<52> 이와 같이 구성된 본 발명의 제 1 실시예의 심볼 클럭 복구부(400)는 현재 심볼들의 타이밍 에러를 구한 후 상기 타이밍 에러에 의해 보정된 2배의 심볼 클럭 주파수를 생성하여 상기 재샘플링부(110)로 출력한다.

<53> 즉, 상기 심볼 클럭 복구부(400)의 OQAM 변환부(401)는 상기 재샘플부(110)에서 21.52MHz로 재샘플링되어 출력되는 VSB 기저대역 실수, 허수 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO2(402)의 발진 주파수를 복소곱하여 상기 VSB 기저대역 실수, 허수 신호를 OQAM 실수 신호, 허수 신호로 변환한 후 각각 제 1, 제 2 고역 통과 필터(403,404)로 출력한다.

<54> 여기서, 상기 반송파 복구부(109)를 거친 신호를  $\text{demod}(t)$ 라 하고, 이를 수식으로 표현하면 하기의 수학식 1과 같다.

<55> 【수학식 1】  $\text{demod}(t) = (i(t)\cos\varphi + q(t)\sin\varphi) + j(-i(t)\sin\varphi + q(t)\cos\varphi)$

<56> 여기서,  $\varphi$ 는 반송파 복구부(109)에서 완전하게 제거되지 않은 위상 오차(phase offset)를 의미한다.

<57> 그러면, 상기 OQAM 변환부(401)는 상기된 수학적 식 1과 같은 기저대역 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO2(402)의 발진 주파수를 복소곱하여 상기 VSB 기저대역 신호를 OQAM 신호로 변환한다.

<58> 이때, 상기 OQAM 변환부(401)의 출력 신호  $OQ(t)$ 를 수식으로 표현하면 하기의 수학적 식 2와 같다.

<59> 
$$OQ(t) = [(i(t)\cos\varphi + q(t)\sin\varphi) + j(-i(t)\sin\varphi + q(t)\cos\varphi)] \times$$

【수학적 식 2】 
$$\times [\cos(\omega_1 t) + j\sin(\omega_1 t)]$$

<60> 여기서,  $\omega_1$ 은 OQAM 신호를 만들기 위한 중심 주파수이다.

<61> 상기 수학적 식 2를 실수 성분과 허수 성분으로 구분하면, 각각의 성분은 하기의 수학적 식 3과 같다.

<62> 
$$real(t) = i(t)\cos\alpha + q(t)\sin\alpha$$

【수학적 식 3】 
$$imag(t) = -i(t)\sin\alpha + q(t)\cos\alpha$$

<63> 여기서,  $\alpha = \varphi - \omega_1 t$ 이다.

<64> 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(403,404)는 상기 수학적 식 3과 같은 OQAM 실수 신호와 허수 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 상기 OQAM 실수, 허수 신호로부터 데이터 구간의 정보를 제거한 후 제 1, 제 2 제공기(405,406)로 각각 출력한다.

<65> 즉, 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(403,404)에서 필터링된 OQAM I,Q 신호에는 밴드 에지(band edge) 부분만 남게 된다.



- <66> 도 3은 VSB 기저대역 실수 신호와 허수 신호를 OQAM 실수 신호와 허수 신호로 변환하는 과정을 보인 주파수 스펙트럼이고, 도 4는 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(403,404)의 필터 특성 및 필터링 결과를 보인 주파수 스펙트럼이다.
- <67> 도 4에서와 같이 제 1, 제 2 고역 통과 필터(403,404)의 스펙트럼은 에지에서 OQAM 신호가 가지는 원래의 SRC(square root cosine) 필터의 롤-오프(roll-off) 성분을 유지함으로써, 심볼 클럭 복구부에 필요한 에지 특성을 유지할 수 있다.
- <68> 상기 제 1 제공기(405)는 상기 제 1 고역 통과 필터(403)에서 필터링된 OQAM 실수 신호를 제공하여 덧셈기(407)로 출력하고, 상기 제 2 제공기(406)는 상기 제 2 고역 통과 필터(404)에서 필터링된 OQAM 허수 신호를 제공하여 상기 덧셈기(407)로 출력하며, 상기 덧셈기(407)는 두 제공 신호를 더하여 제공기(408)로 출력한다.
- <69> 이때, 상기 OQAM 실수 신호와 허수 신호가 각각의 제공기(405,406)를 거침으로써, 스펙트럼 상에서 2.690559MHz의 성분이 5.381118MHz 성분으로 이동된다.
- <70> 상기 스펙트럼 상에서 5.381118MHz에 형성된 신호는 심볼 클럭 복구에 사용하기 위한 유용한 정보를 포함하고 있다.
- <71> 즉, 상술한 바와 같이 고역 통과 필터(403,404)에 의해 신호의 SRC 특성을 유지하고 있으므로, 심볼 클럭 복구시 신호의 에지 특성을 그대로 이용할 수 있다. 또한, 심볼 클럭 복구에 사용되는 밴드 에지 성분을 제외한 데이터 성분을 고역 통과 필터(403,404)에서 제거했으므로 지터 특성을 좋게 하는데도 유리하다.
- <72> 이때, 상기 제 1, 제 2 제공기(405,406)를 거친 신호를 수식 전개와 편리를 위해 고역 통과 필터(403,404) 특성을 제외하고 수식으로 나타내면 하기의 수학식 4와 같다.

<73> 
$$real^2(t) = i^2(t)\cos^2(\alpha) + q^2\sin^2(\alpha) + 2i(t)q(t)\sin(\alpha)\cos(\alpha)$$

【수학식 4】 
$$imag^2(t) = i^2(t)\sin^2(\alpha) + q^2\cos^2(\alpha) - 2i(t)q(t)\sin(\alpha)\cos(\alpha)$$

<74> 그리고, 상기 수학식 4와 같은 두 제공기(405,406)의 출력을 더한 덧셈기(407)의 출력을 수식으로 표현하면 하기의 수학식 5와 같다.

<75> 
$$real^2(t) + imag^2(t) = i^2(t)\{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\} + q^2(t)\{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\}$$

【수학식 5】 
$$= i^2(t) + q^2(t)$$

<76> 상기된 수학식 5에서 알 수 있듯이 OQAM 신호를 만들기 위한 OQAM 변환부(401)와 HPF(403,404), 제공기(405,406) 및 덧셈기(407)를 거친 신호는 상기된 수학식 1의 demod(t)의 실수 성분과 허수 성분을 각각 제공하여 더한 것과 같다. 즉, OQAM 변환부(401), HPF(403,404), 제공기(405,406) 및 덧셈기(407)를 거치는 과정을 심볼 클럭 복구를 위한 일련의 신호처리 과정으로 볼 수 있다.

<77> 상기와 같이 본 발명은 상기 OQAM 변환부(401)를 통과한 신호에 대해 바로 HPF(403,404)에서 고역 통과 필터링함으로써, 데이터에 의해 생기는 셀프-노이즈(self-noise)를 줄일 수 있고, 이로 인해 심볼 클럭 복구 시스템에서의 지터를 줄일 수 있게 된다.

<78> 또한, 상기 HPF(403,404)에 의해 원하는 대역의 신호만 남아있으므로, 이 신호를 다시 제공기(405,406)에서 제공함으로써 원하는 대역만의 신호의 파워를 강화시킬 수 있다.

<79> 그런데, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(고스트)이 존재하여 OQAM 신호의 밴드 에지 성분이 훼손되면 심볼 클럭 복조에 필요한 정보를 얻어오지 못할 수 있다. 그러면 심볼 클럭 복조기의 성능이 떨어지게 된다. 이는 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(

고스트)이 존재할 경우 상기 HPF(403,404)와 제공기(405,406)를 거친 신호가 상대적으로 아주 미약한 파워를 가지기 때문이다.

<80> 따라서, 본 발명에서는 이를 해결하기 위하여 상기 덧셈기(407)의 덧셈 결과를 제공기(408)로 출력하여 제공한 후 전치 필터(409)로 출력된다.

<81> 즉, 상기 제공기(408)를 이용하여 고스트가 존재하는 환경에서  $f_s/2$  주파수 대역 신호 성분의 파워를 키워줌으로써, 심볼 클럭 복조에 필요한 정보를 보다 안정적으로 얻을 수 있다.

<82> 상기 덧셈기(407)의 출력을 제공한 제공기(408)의 출력을 수식으로 표현하면 하기의 수학적 식 6과 같다.

<83> 【수학적 식 6】  $\{real^2(t)+imag^2(t)\}^2 = \{i^2(t)+q^2(t)\}^2$

<84> 상기된 수학적 식 6과 같이  $f_s/2$  주파수 대역 신호 성분의 파워를 높인 제공기(408)의 출력은 밴드 에지 성분의 특성을 강화하기 위해 전치 필터(409)로 입력된다.

<85> 상기 전치 필터(409)는 상기 제공기(408)에서 출력되는 신호로부터 타이밍 정보를 구할 수 있는 스펙트럼의 에지 부분만을 통과시켜 가드너 위상 오차 검출부(410)로 출력한다.

<86> 상기 가드너 위상 오차 검출부(410)는 입력되는 인접한 두 개의 심볼 샘플들의 차값에 하나의 중간 샘플 값을 곱하여 타이밍 에러에 관한 정보를 구한 후 루프 필터(411)로 출력한다. 상기 루프 필터(411)는 상기 가드너 위상 오차 검출부(410)에서 추출된 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하여 NCO(412)로 출력한다. 상기 NCO(412)는 필터링된 타이밍 에러 정보에 따라 재샘플링부(110)가 25MHz로 샘플링 데이터를 21.524476MHz로 재 샘플링(resample)하는데 필요한 오프셋 정보를 생성하여 상기 재샘플링부(110)로 출력한다.

<87> 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 심볼 클럭 복구 장치의 구성 블록도로서, 재샘플 부(110)로부터 출력되는 VSB 전송 방식의 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO2(502)의 발진 주파수를 복소곱하여 OQAM(Offset QAM) 전송 방식의 실수 신호와 허수 신호로 변환하는 OQAM 변환부(501), 상기 OQAM 실수 신호를 고역 통과 필터링하는 제 1 고역 통과 필터(503), 상기 제 1 고역 통과 필터(503)에서 필터링된 OQAM 실수 신호를 제공하는 제 1 제공기(505), 상기 OQAM 허수 신호를 고역 통과 필터링하는 제 2 고역 통과 필터(504), 상기 제 2 고역 통과 필터(504)에서 필터링된 OQAM 허수 신호를 제공하는 제 2 제공기(506), 상기 제 1, 제 2 제공기(505,506)에서 출력되는 두 제공 신호의 차를 출력하는 뺄셈기(507), 상기 뺄셈기(507)의 출력을 제공하는 제 3 제공기(508), 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(503,504)에서 각각 필터링된 OQAM 실수 신호와 허수 신호를 서로 곱하는 곱셈기(509), 상기 곱셈기(509)의 이득을 조정하는 이득부(510), 상기 이득부(511)의 출력을 제공하는 제 4 제공기(512), 상기 제 3, 제 4 제공기(508,511)의 출력을 더하는 덧셈기(512), 상기 덧셈기(512)의 출력 스펙트럼의 에지 부분만을 통과시키는 전치 필터(513), 상기 전치 필터(513)를 통과한 신호로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 타이밍 에러 검출기(514), 상기 타이밍 에러 검출기(514)에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하는 루프 필터(515), 및 상기 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 보정된 2배의 심볼 클럭 주파수를 생성하여 상기 재샘플부(110)의 샘플링 타이밍을 조절하는 NCO(516)로 구성된다.

<88> 여기서, 상기 제 1, 제 2 제공기(505,506), 뺄셈기(507), 및 제 3 제공기(508)를 제 1 제공 연산부라 하고, 곱셈기(509), 이득부(510), 및 제 4 제공기(511)를 제 2 제공 연산부라 한다.

- <89> 본 발명의 제 2 실시예는 곱셈기(509), 이득부(510), 제공기(511), 및 덧셈기(512)가 상기된 도 2에 더 추가된 구성이며, 또한 제 1, 제 2 제공기(505,506)의 출력은 뺄셈기(507)로 입력되는 것을 제외하고는 본 발명의 제 1 실시예와 같다.
- <90> 즉, 심볼 클럭 복구부(500)의 OQAM 변환부(501)는 상기 재샘플부(110)에서 21.52MHz로 재샘플링되어 출력되는 VSB 기저대역 실수, 허수 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NC02(502)의 발진 주파수를 복소곱하여 상기 VSB 기저대역 실수, 허수 신호를 OQAM 실수 신호, 허수 신호로 변환한 후 각각 제 1, 제 2 고역 통과 필터(503,504)로 출력한다.
- <91> 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(503,504)는 상기 OQAM 실수 신호와 허수 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 상기 OQAM 실수, 허수 신호로부터 데이터 구간의 정보를 제거한 후 제 1, 제 2 제공기(505,506)로 각각 출력한다. 결국, 상기 제 1, 제 2 고역 통과 필터(503,504)에서 필터링된 OQAM I,Q 신호에는 밴드 에지(band edge) 부분만 남게 된다.
- <92> 상기 제 1 제공기(505)는 상기 제 1 고역 통과 필터(503)에서 필터링된 OQAM 실수 신호를 제공하여 뺄셈기(507)로 출력하고, 상기 제 2 제공기(506)는 상기 제 2 고역 통과 필터(504)에서 필터링된 OQAM 허수 신호를 제공하여 상기 뺄셈기(507)로 출력하며, 상기 뺄셈기(507)는 두 제공 신호의 차를 제 3 제공기(508)로 출력하여 제공한 후 덧셈기(512)로 출력한다.
- <93> 즉, 상기 OQAM 실수 신호와 허수 신호가 각각의 제공기(505,506)를 거침으로써, 스펙트럼 상에서 2.690559MHz의 성분이 5.381118MHz 성분으로 이동된다. 상기 스펙트럼 상에서 5.381118MHz에 형성된 신호는 심볼 클럭 복구에 사용하기 위한 유용한 정보를 포함하고 있다.

<94> 이때, 상기 뿔셈기(507)의 출력 신호를 수식으로 나타내면 하기의 수학식 7과 같다.

<95> **【수학식 7】**  $real^2(t) - imag^2(t) = \{i^2(t) - q^2(t)\} \{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\} + 4i(t)q(t)\sin(\alpha)\cos(\alpha)$

<96> 그리고, 상기 수학식 7과 같은 뿔셈기(507)의 출력을 제 3 제공기(508)에서 제공하면 하기의 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

<97> 
$$\begin{aligned} \{real^2(t) - imag^2(t)\}^2 &= \{i^2(t) - q^2(t)\}^2 \{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\}^2 \\ &\quad + 16i^2(t)q^2(t)\cos^2(\alpha)\sin^2(\alpha) \\ \text{【수학식 8】} &\quad + 8i(t)q(t)\cos(\alpha)\sin(\alpha)\{i^2(t) - q^2(t)\}\{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\} \end{aligned}$$

<98> 한편, 곱셈기(509)는 제 1, 제 2 고역 통과 필터(503, 504)에서 필터링된 OQAM 실수 신호와 허수 신호를 서로 곱하여 이득부(510)로 출력하고, 상기 이득부(510)는 상기 곱셈기(509)의 출력에 2를 곱하여 제 4 제공기(511)로 출력한다. 상기 제 4 제공기(511)는 상기 이득부(511)의 출력을 제곱하여 덧셈기(512)로 출력하고, 상기 덧셈기(512)는 상기 제 3 제공기(508)의 출력과 제 4 제공기(511)의 출력을 더하여 전치 필터(513)로 출력한다.

<99> 이때, 고역 통과 필터링된 OQAM 실수 신호와 허수 신호를 곱하는 곱셈기(509)의 출력은 하기의 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

<100> **【수학식 9】**  $real(t) \times imag(t) = -\{i^2(t) - q^2(t)\} \sin(\alpha)\cos(\alpha) + i(t)q(t)\{\cos^2(\alpha) - \sin^2(\alpha)\}$

<101> 상기 수학식 9에 이득부(510)에 2를 곱하고, 제 4 제공기(511)에서 제공한 결과를 수식으로 표현하면 하기의 수학식 10과 같다.

<102> 
$$\begin{aligned} 2\{real(t) \times imag(t)\}^2 &= 2\{i^2(t) - q^2(t)\}^2 \cos^2(\alpha)\sin^2(\alpha) \\ &\quad + 2i^2(t)q^2(t)\{\cos^2(\alpha) - \sin^2(\alpha)\}^2 \\ \text{【수학식 10】} &\quad + 4i(t)q(t)\{i^2(t)q^2(t)\}\{\cos(\alpha)\sin(\alpha)\}\{\cos^2(\alpha) - \sin^2(\alpha)\} \end{aligned}$$

<103> 그리고, 상기된 수학식 8과 같은 제 3 제공기(509)의 출력과 상기된 수학식 9와 같은 제 4 제공기(511)의 출력을 덧셈기(512)에서 더하고, 그 결과를 수식으로 표현하면 하기의 수학식 11과 같다.

$$\begin{aligned}
 <104> \quad \{real^2(t) - imag^2(t)\}^2 + 2\{real(t) \times imag(t)\}^2 \\
 &= \{t^2(t) + q^2(t)\}^2 [\{\cos^2(\alpha) - \sin^2(\alpha)\}^2 + 2\cos^2(\alpha)\sin^2(\alpha)] \\
 &= \{t^2(t) + q^2(t)\}^2 \{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)\}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{【수학식 11】} \quad = \{t^2(t) + q^2(t)\}^2$$

<105> 상기된 수학식 11을 보면, 본 발명의 제 1 실시예의 제공기(408)의 출력과 같은 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

<106> 상기된 덧셈기(512)의 출력은 전치 필터(513)로 출력하고, 이후의 동작은 상기된 본 발명의 제 1 실시예와 같으므로 상세 설명을 생략한다.

<107> 따라서, 본 발명의 제 2 실시예도 고스트가 존재하는 환경에서  $f_s/2$  주파수 대역 신호 성분의 파워를 키워줌으로써 심볼 클럭 복조에 필요한 정보를 보다 안정적으로 얻을 수 있다.

<108> 이와 같이 본 발명은 고스트 환경에서 생성된 OQAM 신호의 타이밍 에지가 크게 훼손되었을 경우, 타이밍 정보를 가져오는  $f_s/2$  주파수 부분의 신호만의 파워를 크게 함으로써, 심볼 클럭 복구 루프의 성능을 향상시킬 수 있다.

<109> 본 발명은 VSB 변조를 이용하는 ATSC 방식의 모든 지상파 디지털 방송 수신기에 적용 가능하다.

## 【발명의 효과】

- <110>       이상에서와 같이 본 발명에 따른 디지털 TV의 심볼 클럭 복구 장치에 의하면, VSB 실수 신호와 허수 신호를 OQAM 실수 신호와 허수 신호로 변환한 후 각각 고역 통과 필터링하고 제곱함으로써, 심볼 클럭 복구시 신호의 에지 특성을 그대로 이용할 수 있으며, 또한 심볼 클럭 복구에 사용되는 밴드 에지 성분을 제외한 데이터 성분을 제거하므로 데이터에 의해 생기는 셀프 노이즈를 줄일 수 있고, 지터 특성을 좋게 하는데도 유리하다.
- <111>       그리고, 제곱기를 이용하여 타이밍 정보를 가져오는  $f_s/2$  주파수 부분의 신호만의 파워를 크게 함으로써, 심볼 클럭 복구 루프의 성능을 향상시킬 수 있다.
- <112>       즉, 전송 채널 상에 심한 다중 경로에 의한 잡음(고스트)이 존재하여 OQAM 신호의 밴드 에지 성분이 훼손되는 경우에도 정상적인 심볼 클럭 복구를 수행할 수 있으므로 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.
- <113>       이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.
- <114>       따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.



## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

잔류측파대(VSB) 변조 방식으로 전송되는 데이터를 수신하여 디지털화한 후 디지털화된 통과대역 VSB 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 복소 반송파를 곱하여 VSB 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하는 반송파 복구부가 구비된 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치에 있어서,

상기 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부;

상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터;

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공하여 더한 후 그 결과를 출력하는 제공 연산부;

상기 제공 연산부의 출력을 다시 제공하는 제공기;

상기 제공기의 출력으로부터 심볼 클럭 주파수의 1/2이 되는 주파수 부군을 필터링하는 전치 필터;

상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부;  
그리고

상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 심볼 클럭 복구 장치.

## 【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 OQAM 변환부는

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO의 발진 주파수를 복소곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 심볼 클럭 복구 장치.

## 【청구항 3】

잔류측파대(VSB) 변조 방식으로 전송되는 데이터를 수신하여 디지털화한 후 디지털화된 통과대역 VSB 신호에 반송파 복구 과정을 통해 생성된 복소 반송파를 곱하여 VSB 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호로 변환하는 반송파 복구부가 구비된 디지털 TV 수신기의 심볼 클럭 복구 장치에 있어서,

상기 VSB 디지털 기저대역 실수 성분과 허수 성분의 신호를 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 OQAM 변환부;

상기 OQAM 변환부에서 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호를 각각 고역 통과 필터링하여 데이터 구간의 정보를 제거하는 고역 통과 필터;

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 각각 제공한 후 두 제공된 신호의 차를 구하여 제공하는 제 1 제공 연산부;

상기 고역 통과 필터에서 필터링되어 출력되는 OQAM 실수 성분의 신호와 OQAM 허수 성분의 신호를 서로 곱한 후 기 설정된 상수를 곱하고 그 결과를 제공하는 제 2 제공 연산부;

상기 제 1, 제 2 제공 연산부의 출력을 더하는 덧셈기;

상기 덧셈기의 출력으로부터 심볼 클럭 주파수의  $1/2$ 이 되는 주파수 부근을 필터링하는 전치 필터;

상기 전치 필터의 출력으로부터 타이밍 에러에 관한 정보를 검출하는 위상 오차 검출부 ; 그리고

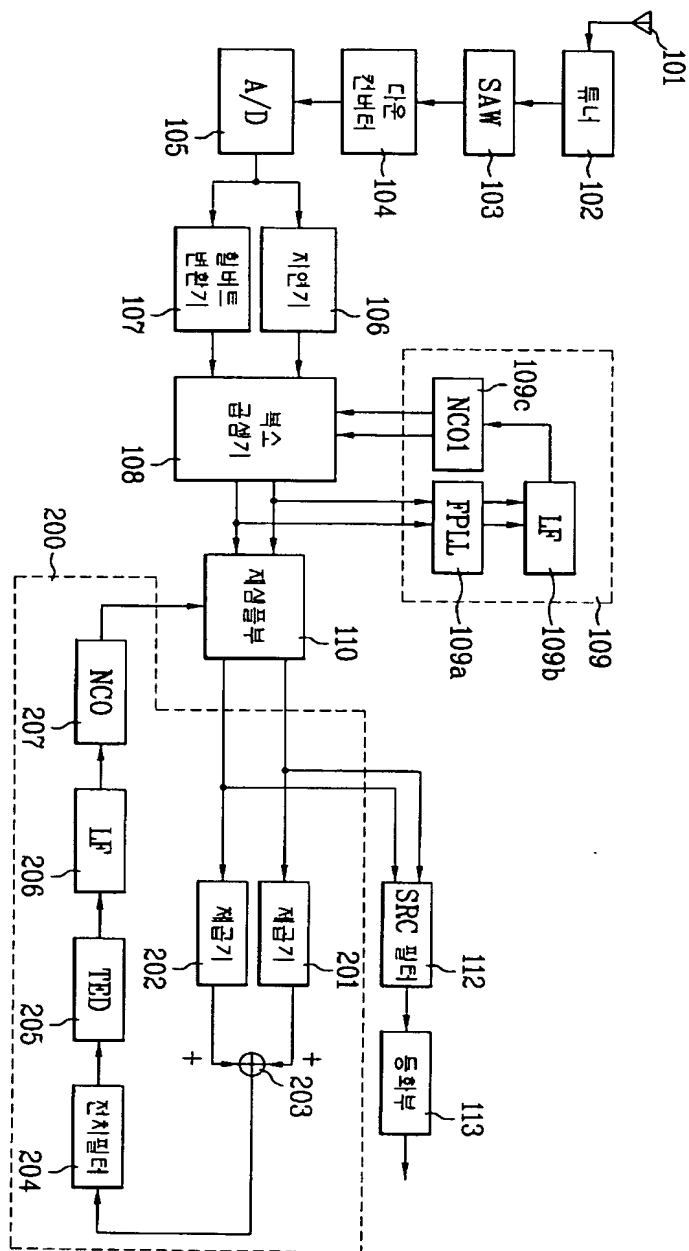
상기 위상 오차 검출부에서 출력되는 타이밍 에러 정보 중 저대역 신호 성분만을 필터링 하고, 필터링된 타이밍 에러 정보의 저대역 성분에 따라 새로 보정된 두배의 심볼 클럭의 주파수를 생성하는 필터 및 NCO로 구성되는 것을 특징으로 하는 심볼 클럭 복구 장치.

#### 【청구항 4】

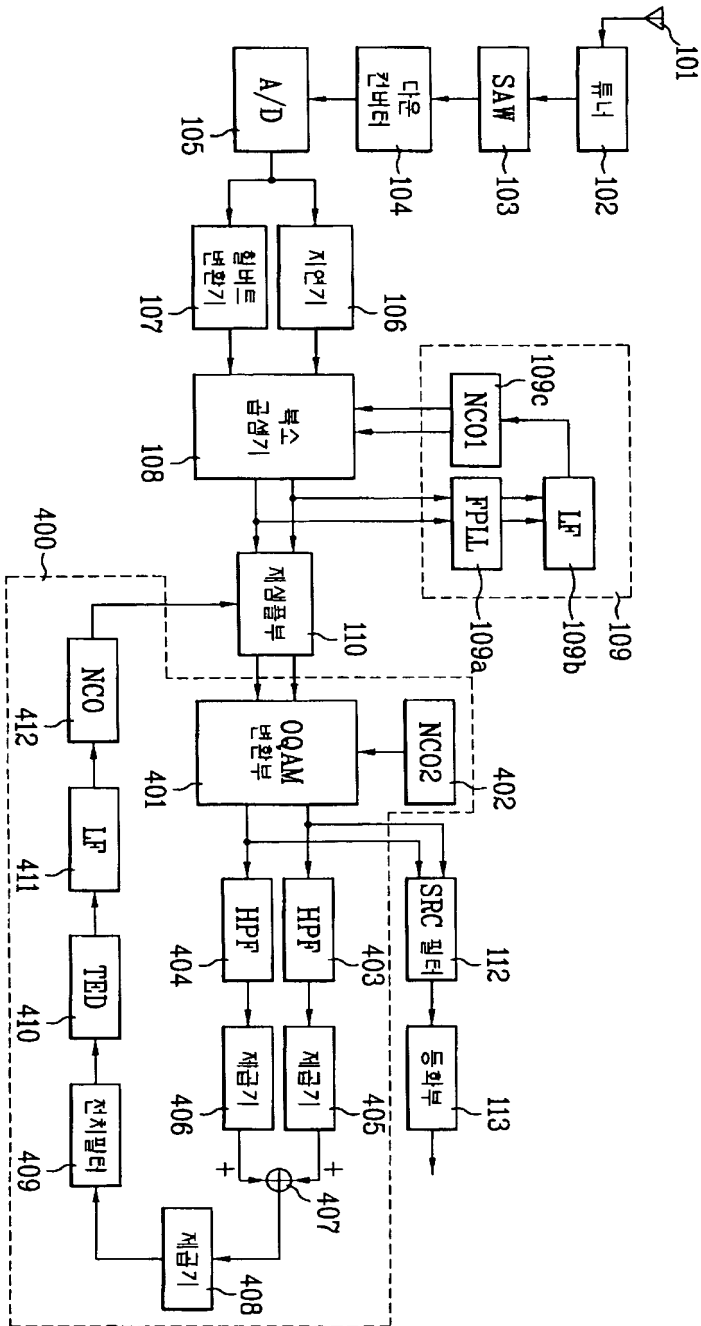
제 1 항에 있어서, 상기 OQAM 변환부는

상기 반송파 복구부에서 출력되는 VSB 디지털 기저대역 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호에 2.690559MHz의 중심 주파수(center frequency)를 갖는 NCO의 발진 주파수를 복소곱하여 OQAM 실수 성분의 신호와 허수 성분의 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 심볼 클럭 복구 장치.

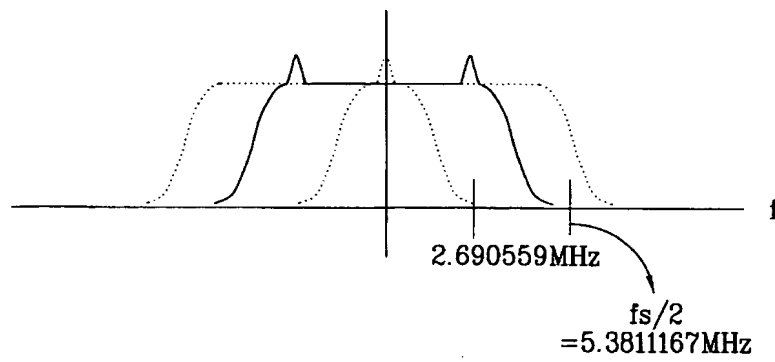
【도 1】



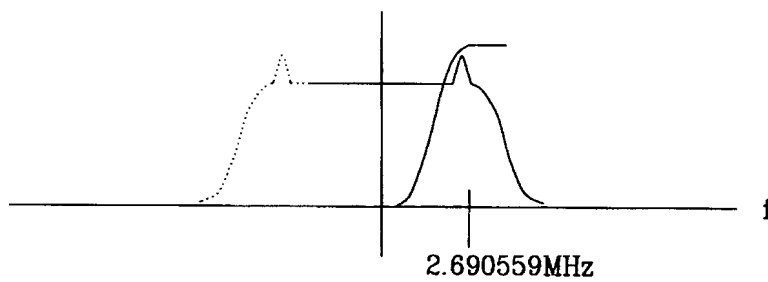
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

